

# Use of Cellulose Nanofibers as a Denture Immersing Solution

著者	ゾウ ウェイ
号	51
学位授与機関	Tohoku University
学位授与番号	歯博第869号
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/00129590">http://hdl.handle.net/10097/00129590</a>

氏 名(本籍) : ゾウ ウエイ (中国)

学 位 の 種 類 : 博 士 ( 歯 学 )

学 位 記 番 号 : 歯 博 第 8 6 9 号

学位授与年月日 : 2019 年 9 月 25 日

学位授与の要件 : 学位規則第 4 条第 1 項該当

研 究 科 ・ 専 攻 : 東北大学大学院歯学研究科(博士課程) 歯科学専攻

学 位 論 文 題 目 : Use of Cellulose Nanofibers as a Denture Immersing Solution (義歯保存液へのセルロースナノファイバーの応用)

論文審査委員 : (主査) 教授 高橋 信博  
教授 鈴木 治 教授 佐々木 啓一

## 論文内容要旨

### Background:

Increase in the number of elderly persons will lead to increased demands of dental prosthetics with regard to tooth loss, even supposing that intensive oral care may protect them from tooth loss. Removable appliances are most commonly used for oral rehabilitation in edentulous patients. The chewing force is equally distributed to the alveolar membrane and bone by the base of the dental prosthesis. Improvements in the properties of denture base materials can contribute to the restoration of oral functions, which in turn may upgrade of the quality of life (QOL) in aged denture wearers. Polymethyl methacrylate (PMMA), a polymer-based material introduced in the 1930s, has been most commonly used for the fabrication of dentures.

For the removable denture to function well in the oral cavity, retention and stability are of utmost importance. Surface wettability of the denture base material is the most important factor for denture retention. However, PMMA is known for its hydrophobic nature. The most important factor for achieving retention in complete dentures is the accurate fit of the denture in the oral cavity resulting in a perfect border seal.

A major factor involved in the retention of a well-adapted denture is the force related to the wetting of the denture and the mucosal surfaces. Some researchers suggested that increasing the wettability of the mucosal surface might improve denture retention. Measurements of contact angles have been utilized to estimate the wettability of different materials. The higher the contact angle, the poorer the wettability of the material. The wettability of dental materials is vital because it indicates the ease by which saliva spreads over the surfaces.

Cellulose from plants and microorganisms is non-toxic, plentiful, renewable and sustainable. Owing to superior physical properties such as high mechanical strength, low thermal expansion, high aspect ratios, and transparency, cellulose nanofibers (CNF) can be used as an innovative biomass material in many fields. Moreover, CNF possess superior hydrophilic properties. Therefore, the coating of the surface of a PMMA denture base with CNF might improve its surface wettability and enhance the denture retention in the oral cavity.

#### **Purpose:**

The purpose of this study was to investigate the influence of cellulose nanofibers (CNF) solution on the mechanical and biological properties of denture base resins. Our hypothesis is that CNF can be utilized as a solution in which, the denture can be immersed in order to improve its surface wettability.

#### **Methods:**

Two types of CNFs obtained from bamboo (BB) and needle-leaved (NB) trees were used in this study. We prepared 18 different CNF solutions based on their fibrillation (A-low, B-middle, and C-high) and concentration (0.05 wt%, 0.10 wt%, and 0.20 wt%). A heat-polymerized acrylic resin was used as denture base material. Specimens immersed in distilled water formed the controls, while those that were not immersed in any solution belonged to the blank group. The contact angles for each specimen in all groups were measured after 0, 7, 14, 28, 56, 70, 84, 98, 112, 126, 140, 154, and 168 days of immersion. Additionally, the flexural properties of the specimens after immersion, and the cytotoxic and antimicrobial properties of the CNF solutions were examined.

#### **Results:**

Specimens immersed in CNF-NB-C (0.05 wt%) solution presented with the lowest contact angles when compared with those in other groups. Specimens in the CNF-NB-C and the CNF-BB-A groups (concentration of 0.05 wt% and 0.1 wt%) showed higher flexural modulus values when compared with those in the other groups. No cytotoxic or antimicrobial effects were observed for the CNF solutions.

#### **Conclusions:**

The findings of this study suggest that immersion of the denture in CNF solution may improve the surface wettability of the denture base resin without affecting its flexural property.

## **審査結果要旨**

急速な高齢化に伴い、日本における義歯使用者は増加しており、口腔機能の維持・増進による健康長寿の延伸を図るためには、義歯のより一層の改善が不可欠である。とくに義歯床表面の「ぬれ」は口腔粘膜表面との親和性に直接的に影響し、義歯と口腔粘膜表面の吸着、および咬合力の分散による義歯安定性に大きく関係することが知られている。すなわち「ぬれ」を高め、口腔粘膜表面との親和

性を向上させることができれば、義歯を用いた口腔機能の改善に大きく貢献しうるものと考えられる。

一方、義歯材料の一つであるポリメタクリル酸メチル樹脂（PMMA）は操作性の良さと安定性の高さから世界中で広く使用されているが、その表面性状は疎水性であり、口腔粘膜表面の親水的性質とは相容れない。そこで本研究では、PMMA表面を新規素材であるセルロースナノファイバーでコーティングすることで義歯表面の「ぬれ」の改善を試みた。さらに本コーティングに伴うPMMAの機械的性質と生物学的性質への影響を検討した。

具体的には、タケ由来および針葉樹由来の解繊度の異なるセルロースナノファイバー溶液を濃度を変えて用意し、そこにPMMAを最大168日間浸漬して、PMMA表面の「ぬれ」の指標として「接触角」を、機械的性質として「曲げ強さ」および「曲げ弾性率」を経時的に測定した。さらに、生物学的性質として、本コーティング材の「細胞毒性」と「抗菌活性」を調べている。

その結果、針葉樹由来の解繊度の高いセルロースナノファイバーを0.05%含む溶液に浸漬すると最も接触角が小さくなり、さらに曲げ弾性率も向上することを明らかにした。タケ由来の解繊度の低いセルロースナノファイバーにおいても、類似した傾向が確認されている。また、今回研究に用いた全てのセルロースナノファイバーは細胞毒性がなく、抗菌活性もないことを確認している。

本研究から、セルロースナノファイバー溶液にPMMA義歯を浸漬することによって、PMMA表面のぬれを高めることができること、それに伴い、曲げ特性も向上することが明らかになった。セルロースナノファイバーのコーティング効率やコーティング膜の口腔内での長期安定性、さらにはコーティング膜への口腔内細菌の付着性など、今後検討すべき事項はあるものの、最も汎用性の高いPMMAの表面疎水性を改善し、ぬれ性質の向上を可能としたことは、生体材料・医療材料としてのPMMAの可能性を格段に広げたとともに、PMMA義歯の口腔機能改善デバイスとしての可能性を高めたものと評価される。以上のことから、本研究は博士（歯学）の学位に相応しいものと判断される。